

**本科生毕业论文（设计）**



**题 目 基于Python的微博舆情分析系统设计与实现**

**学 院**

**专 业**

**学生姓名**  **此处填写学生姓名**

**学 号**  **\*\*\*\*\*\* 年级 2021**

**指导教师**  **此处填写指导教师姓名**

**教务处制表**

**二〇二五 年 五 月 二十 日**

**基于Python的微博舆情分析系统设计与实现**

学生 □□□ 指导老师 □□□，□□□

**摘要：**随着互联网的普及，在线电影评论已成为观众表达观影体验和意见的重要途径。情感分析技术的进步使得自动化分析用户评论的情感倾向成为可能。本研究基于BERT（Bidirectional Encoder Representations from Transformers）模型，构建了一个中文电影评论情感分析系统。系统涵盖数据采集与预处理、BERT模型微调、后端API开发、前端可视化展示及系统部署等关键环节。实验结果表明，基于BERT的情感分析模型在中文电影评论数据集上的准确率优于传统方法。该系统可广泛应用于电影推荐、观众反馈分析及市场趋势预测等领域。

**主题词：**情感分析；自然语言处理；BERT

**Evading Anti-Malware Engines with Deep Reinforcement Learning**

Cybersecurity

Student： Zhiyang Fang Adviser: □□□

**Abstract：**□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□

□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□□.

**Key Words：**□□□□□；□□□□□；□□□□□；□□□□；□□□□□□；□□□□□□；□□□□□；□□□□□□。

**目 录**

[1 绪论 2](#_Toc195481703)

[1.1 研究背景 2](#_Toc195481704)

[1.2 国内外研究现状 2](#_Toc195481705)

[1.3 论文主要工作 2](#_Toc195481706)

[1.4 论文组织与结构 2](#_Toc195481707)

[2 背景知识简介 3](#_Toc195481708)

[2.1 知识和技术要点一 3](#_Toc195481709)

[2.2 知识和技术要点二 3](#_Toc195481710)

[3 系统分析与设计 3](#_Toc195481711)

[4 系统详细设计与实现 3](#_Toc195481712)

[5 工作总结和心得体会 3](#_Toc195481713)

[参考文献 4](#_Toc195481714)

[致 谢 7](#_Toc195481715)

# 绪论

* 1. 研究背景

随着国民生活水平不断提高[1]

参考文献要交叉引用地插入，不是手打方括号。按住ctrl鼠标点击序号可跳转至引用位置。

* 1. 国内外研究现状

国内外研究现状，文献综述。

* 1. 论文主要工作

制定研究计划，把自己拟做的毕业设计工作做个简要介绍。

简要说明毕业设计的主要工作内容和工作成绩，以及创新点和特色，反映毕业设计的工作量和完成质量。

* 1. 论文组织与结构

放在最后一节，写明论文各章节的主要内容。

以下内容供同学们参考，一是写作参考；二是在自己决定各章节题目、内容、布局时，可以借鉴下面论文的框架结构。

当然，这个论文形式，适合系统开发型论文，请大家在此基础上自行删减或修改。

第一部分：绪论。主要介绍了BERT模型的发展和应用，以及本论文的研究背景和研究工作，基于BERT的中文电影评论情感分析系统的设计目的；

第二部分：算法基础及背景知识介绍。主要介绍了本系统所使用到的算法，对BERT模型进行微调以完成情感分析任务，以及系统开发的其它相关背景知识；

第三部分：详细设计与实现。主要介绍了布署微调后的BERT模型以实现对中文电影评论进行情感分析；以及开发Web应用以实现模型的实际应用；

第四部分：实验结果与分析。主要介绍了实验环境以及实验设计并对最后的实验结果进行分析和系统应用进行展示。

第五部分：总结与展望。主要总结了本篇论文的工作和主要贡献并对现存问题和未来发展发表了自己的看法。

总之，论文各部分内容有共性，也有个性，不能一概而论。

请同学们在写作论文时和指导教师商量论文框架。为避免重复工作，建议先写出论文目录框架，讨论后再写各章节具体内容。

# 相关知识概述

* 1. Django框架概述

Django是一个基于Python的高级Web框架，采用MTV(Model-Template-View)架构模式。在本系统中，Django作为后端框架，负责处理业务逻辑、数据存储和API接口的实现。

* 1. 微博数据爬取技术

系统采用Python的requests库和selenium进行微博数据的爬取，主要实现：

- 微博搜索接口的数据获取

- 评论数据的采集

- 用户信息的提取

- 反爬虫策略的实现

- 数据清洗和预处理

- 异常处理和重试机制

- 代理IP池管理

- 请求频率控制

* 1. 数据存储技术

系统采用MySQL 8.0.12作为主要数据库，其特点包括：

- 支持事务处理，确保数据一致性

- 良好的并发性能，支持多用户访问

- 完善的数据备份机制，保证数据安全

- 支持JSON数据类型，灵活存储非结构化数据

- 分区表支持，优化大数据量查询

- 主从复制，提高读取性能

- 索引优化，提升查询效率

- 存储过程，简化复杂操作

* 1. 舆情分析方法

系统采用多种方法进行舆情分析：

- 情感分析：基于文本的情感倾向判断

- 热度分析：基于转发、评论、点赞等指标

- 地域分析：基于用户地理位置信息

- 趋势预测：基于时间序列的舆情发展预测

- 关键词提取：基于TF-IDF算法

- 主题聚类：基于LDA主题模型

- 传播分析：基于社交网络分析

- 影响力评估：基于用户行为分析

* 1. 数据可视化技术

系统采用ECharts等前端可视化库实现：

- 词云图展示：直观显示关键词分布

- 地理热力图：展示地域分布特征

- 趋势折线图：展示时间序列变化

- 饼图分析：展示比例分布

- 雷达图：多维度对比分析

- 散点图：相关性分析

- 桑基图：展示数据流向

- 仪表盘：实时监控指标

* 1. 用户认证与授权

系统实现基于Django的用户认证系统：

- 密码加密存储：使用PBKDF2算法

- 会话管理：支持多设备登录

- 权限控制：基于角色的访问控制

- 用户角色划分：管理员、普通用户

- 登录日志记录：安全审计

- 密码策略：复杂度要求

- 登录限制：防止暴力破解

- 双因素认证：增强安全性

* 1. 本章小结

本章介绍了系统实现所需的关键技术，包括Django框架、数据爬取、存储、分析、可视化和用户认证等方面，为后续系统实现奠定了技术基础。这些技术的选择和组合，确保了系统的功能完整性、性能可靠性和安全性。

# 系统分析

* 1. 可行性分析

1. 技术可行性：

- Python生态完善，相关库支持丰富

- Django框架成熟稳定，社区活跃

- MySQL数据库性能满足需求，支持大数据量

- 前端技术栈成熟，组件丰富

- 开发工具链完整，调试方便

- 部署方案成熟，运维简单

- 性能优化方案可行

- 安全防护措施完善

2. 经济可行性：

- 开源技术栈降低开发成本

- 服务器资源需求适中，成本可控

- 维护成本可控，自动化程度高

- 开发周期合理，投入产出比高

- 可扩展性强，后续升级成本低

- 运维成本低，自动化程度高

- 培训成本低，学习曲线平缓

- 升级维护成本可控

3. 操作可行性：

- 界面友好，操作简单直观

- 功能模块划分清晰，易于理解

- 响应速度快，用户体验好

- 操作流程规范，减少错误

- 帮助文档完善，易于学习

- 错误提示友好，易于排查

- 操作日志完整，便于追踪

- 支持批量操作，提高效率

* 1. 需求分析

1. 功能需求：

- 用户管理：注册、登录、权限控制

- 数据采集：微博搜索、评论获取

- 舆情分析：情感分析、热度分析

- 数据可视化：图表展示、地图展示

- 预测分析：趋势预测

- 系统管理：配置管理、日志管理

- 数据导出：支持多种格式

- 报表生成：自动生成分析报告

2. 非功能需求：

- 性能需求：响应时间<2s

- 安全需求：数据加密、访问控制

- 可靠性：数据备份、错误处理

- 可扩展性：模块化设计

- 可用性：7\*24小时运行

- 可维护性：代码规范、文档完整

- 兼容性：支持主流浏览器

- 可移植性：支持多平台部署

* 1. 本章小结

通过可行性分析和需求分析，确认系统开发在技术、经济和操作上均具有可行性，明确了系统的功能和非功能需求。这些分析结果为后续的系统设计提供了明确的指导方向。

系统设计

* 1. 设计目标

本系统的设计目标旨在构建一个功能完善、性能稳定、安全可靠的微博舆情分析平台。系统将实现微博数据的自动化采集、智能分析和可视化展示，支持多用户并发访问，并提供友好的用户界面。同时，系统设计充分考虑了可扩展性和可维护性，确保能够适应未来业务发展的需求。

* 1. 使用模式设计
     1. 服务运行方式

系统采用B/S架构，通过Web浏览器提供服务访问。后端采用Django框架构建，数据库使用MySQL 8.0.12，前端采用HTML5、CSS3和JavaScript技术栈。为提高系统性能和可靠性，还引入了Redis缓存、Celery消息队列、MinIO文件存储、ELK日志系统和Prometheus监控系统等组件，构建了一个完整的分布式应用架构。

* + 1. Web服务架构

系统采用前后端分离的架构设计，前端负责页面展示和用户交互，后端提供RESTful API接口。数据库层负责数据持久化存储，缓存层提升访问性能，消息队列处理异步任务，文件存储系统管理媒体文件，日志系统记录运行状态，监控系统保障系统性能。这种分层架构设计使得系统具有良好的可扩展性和可维护性。

* 1. 数据库设计
     1. 数据库选择

系统选择MySQL 8.0.12作为主数据库，主要基于其性能稳定可靠、支持事务处理、具有良好的并发性能和完善的备份机制等特点。同时，MySQL 8.0.12还支持JSON数据类型、分区表、主从复制和索引优化等高级特性，能够满足系统对数据存储和查询的性能要求。

* + 1. 数据库模型

系统设计了多个核心数据表，包括用户表、搜索历史表、微博数据表和评论数据表等。每个表都经过精心设计，包含必要的字段和索引，以支持系统的各项功能。例如，用户表存储用户的基本信息和认证信息，搜索历史表记录用户的搜索行为，微博数据表存储采集的微博内容，评论数据表保存评论信息。这些表之间通过外键关联，形成一个完整的数据模型。

* + 1. 数据库存储

系统采用多种策略来优化数据存储和管理。通过主从复制提高读取性能，定期备份确保数据安全，索引优化提升查询效率，分区存储处理大数据量。同时，系统还实现了数据归档、缓存策略、数据压缩和数据加密等功能，全面保障数据的安全性和可用性。

* 1. 后端API设计

系统设计了完整的API接口体系，主要包括用户管理、搜索、数据分析和预测分析等模块。每个API接口都遵循RESTful设计规范，提供清晰的URL路径和请求方法。

1. 用户管理接口：

```python

# 用户认证相关接口

path('login', views.login,name="myadmin\_login2"), # 用户登录接口

path('dologin', views.dologin,name="myadmin\_dologin"), # 登录处理接口

path('logout', views.logout,name="myadmin\_logout"), # 用户登出接口

path('register', views.register,name="myadmin\_register"), # 用户注册接口

path('doregister', views.doregister,name="myadmin\_doregister"), # 注册处理接口

# 用户管理相关接口

path('admin\_user/<int:pIndex>', admin\_user.index,name="myadmin\_user\_index"), # 用户列表接口

path('admin\_user/add', admin\_user.add,name="myadmin\_user\_add"), # 添加用户接口

path('admin\_user/insert', admin\_user.insert,name="myadmin\_user\_insert"), # 插入用户接口

path('admin\_user/edit<int:uid>', admin\_user.edit,name="myadmin\_user\_edit"), # 编辑用户接口

path('admin\_user/update<int:uid>', admin\_user.update,name="myadmin\_user\_update"), # 更新用户接口

```

用户管理接口实现了完整的用户认证和管理功能。登录接口处理用户身份验证，注册接口创建新用户账号，用户管理接口提供用户信息的增删改查功能。这些接口都实现了必要的安全措施，如密码加密、会话管理和权限控制等。

2. 搜索接口：

```python

# 搜索相关接口

path('user/getSearchIndex', user.search\_index, name="user\_search\_index"), # 搜索页面接口

path('user/getSearch', user.doSearch, name="user\_doSearch"), # 搜索处理接口

path('user/historyList<int:uid>', user.historyList, name="user\_showHistory"), # 历史记录接口

path('user/delete<int:uid>', user.delete\_search\_history, name="user\_delete"), # 删除历史接口

```

搜索接口提供了微博数据搜索和历史记录管理功能。搜索页面接口返回搜索界面，搜索处理接口执行实际的搜索操作，历史记录接口展示用户的搜索历史，删除历史接口允许用户清理历史记录。这些接口共同构成了系统的搜索功能模块。

3. 数据分析接口：

```python

# 数据分析相关接口

path('wordCloud', views.wordCloud, name="wordCloud"), # 词云图接口

path('drawMap', views.drawMap, name="drawMap"), # 地图绘制接口

path('getMapData', views.getMapData, name="getMapData"), # 地图数据接口

path('getAreaPriceIndex', views.getAreaPriceIndex, name="getAreaPriceIndex"), # 区域分析接口

path('drawAreaPrice', views.drawAreaPrice, name="drawAreaPrice"), # 区域价格绘制接口

path('getAreaPriceData', views.getAreaPriceData, name="getAreaPriceData"), # 区域价格数据接口

```

数据分析接口提供了多种数据可视化功能。词云图接口生成关键词云图，地图相关接口展示地域分布，区域分析接口提供区域维度的数据分析。这些接口通过ECharts等可视化库，将复杂的数据以直观的图表形式展现给用户。

4. 预测分析接口：

```python

# 预测分析相关接口

path('drawPredict', views.drawPredict, name="drawPredict"), # 预测绘制接口

path('getPredictData', views.getPredictData,name="getPredictData"), # 预测数据接口

```

预测分析接口实现了舆情趋势预测功能。预测绘制接口生成预测图表，预测数据接口提供预测数据。这些接口基于时间序列分析算法，对舆情发展趋势进行预测，帮助用户把握舆情走向。

* 1. 前端界面设计
     1. 页面布局

系统采用响应式设计，主要包含登录/注册、用户管理、数据分析、可视化展示、预测分析、系统设置、帮助文档和个人中心等页面。每个页面都经过精心设计，确保良好的用户体验。例如，登录页面采用简洁的设计风格，数据分析页面提供丰富的图表展示，预测分析页面直观展示趋势预测结果。

* + 1. 功能模块

1. 用户管理模块：

```html

<!-- 登录页面示例 -->

<div class="login-box">

<form action="{% url 'myadmin\_dologin' %}" method="post">

<div class="form-group">

<label>用户名</label>

<input type="text" name="username" class="form-control" required>

</div>

<div class="form-group">

<label>密码</label>

<input type="password" name="password" class="form-control" required>

</div>

<button type="submit" class="btn btn-primary">登录</button>

</form>

</div>

<!-- 用户管理页面示例 -->

<div class="user-management">

<table class="table">

<thead>

<tr>

<th>用户名</th>

<th>昵称</th>

<th>状态</th>

<th>操作</th>

</tr>

</thead>

<tbody>

{% for user in users %}

<tr>

<td>{{ user.username }}</td>

<td>{{ user.nickname }}</td>

<td>{{ user.status }}</td>

<td>

<a href="{% url 'myadmin\_user\_edit' user.id %}">编辑</a>

<a href="{% url 'myadmin\_user\_delete' user.id %}">删除</a>

</td>

</tr>

{% endfor %}

</tbody>

</table>

</div>

```

用户管理模块实现了完整的用户认证和管理功能。登录页面提供用户身份验证，用户管理页面支持用户信息的增删改查。界面设计注重用户体验，提供清晰的表单和操作按钮，并实现了必要的表单验证和错误提示。

2. 数据采集模块：

```html

<!-- 搜索页面示例 -->

<div class="search-box">

<form action="{% url 'user\_doSearch' %}" method="post">

<div class="form-group">

<input type="text" name="keyword" class="form-control" placeholder="请输入搜索关键词">

</div>

<button type="submit" class="btn btn-primary">搜索</button>

</form>

</div>

<!-- 搜索结果页面示例 -->

<div class="search-results">

<div class="result-item" v-for="item in results">

<h3>{{ item.screen\_name }}</h3>

<p>{{ item.text }}</p>

<div class="meta">

<span>转发: {{ item.reposts\_count }}</span>

<span>评论: {{ item.comments\_count }}</span>

<span>点赞: {{ item.attitudes\_count }}</span>

</div>

</div>

</div>

```

数据采集模块提供了微博数据搜索和展示功能。搜索页面支持关键词输入，搜索结果页面展示采集到的微博数据。界面设计注重数据的可读性和交互性，提供清晰的数据展示和操作选项。

3. 分析展示模块：

```html

<!-- 词云图展示示例 -->

<div class="word-cloud">

<div id="wordCloud" style="width: 100%; height: 400px;"></div>

</div>

<!-- 地图展示示例 -->

<div class="map-container">

<div id="map" style="width: 100%; height: 500px;"></div>

</div>

<!-- 趋势图展示示例 -->

<div class="trend-chart">

<div id="trend" style="width: 100%; height: 400px;"></div>

</div>

```

分析展示模块通过多种图表展示数据分析结果。词云图直观显示关键词分布，地图展示地域特征，趋势图反映时间序列变化。这些可视化组件都基于ECharts实现，提供丰富的交互功能和美观的展示效果。

* 1. 舆情分析方法设计

系统采用多维度分析方法进行舆情分析。情感分析基于文本内容判断情感倾向，通过情感词典匹配和机器学习算法实现。热度分析综合考虑转发、评论、点赞等指标，计算综合热度值。地域分析基于用户地理位置信息，识别热点地区和传播特征。趋势预测采用时间序列分析方法，对舆情发展进行预测。这些分析方法相互配合，全面把握舆情态势。

* 1. 本章小结

本章详细设计了系统的整体架构、数据库结构、API接口、前端界面和舆情分析方法。设计过程中充分考虑了系统的可扩展性、可维护性和性能要求，确保系统能够满足实际应用需求。通过模块化的设计和清晰的接口定义，为后续的系统实现奠定了良好的基础。

系统实现

本章旨在详尽阐述微博舆情分析系统各核心功能模块的具体实现细节。我们将深入探讨所采用的技术栈、关键算法逻辑、数据处理流程以及系统架构层面的考量，力求呈现一个清晰、完整且具备技术深度的实现蓝图。系统基于Python语言和强大的Django框架构建，充分利用了Django提供的MTV（Model-Template-View）架构模式，实现了业务逻辑、数据表示与用户界面的有效分离。

* 1. Django模块控制实现

系统的基础架构依托于Django框架进行构建。核心在于`myadmin`应用，其中`models.py`文件定义了系统所需的数据模型，如`User`、`search\_history`、`Search`和`Comment`等。这些模型通过Django的ORM（Object-Relational Mapping）机制与MySQL数据库进行交互，极大地简化了数据库操作。`views.py`（及其子模块，如`admin\_user.py`、`user.py`）则承载了主要的业务逻辑处理，负责接收用户请求、调用模型进行数据操作、处理业务规则，并最终选择合适的模板进行响应渲染。`urls.py`文件定义了URL路由规则，将不同的URL路径映射到对应的视图函数，实现了请求的有效分发。模板文件（位于`templates`目录下）则负责前端页面的展示，通过Django模板语言与后端视图传递的数据进行动态渲染。这种清晰的模块划分和职责分离，保证了代码的可维护性和可扩展性。

用户认证流程是系统安全的基础。用户注册时，`doregister`视图函数接收前端提交的用户名、密码等信息。密码并非明文存储，而是结合随机生成的盐值（`password\_salt`），通过`django.contrib.auth.hashers`模块提供的PBKDF2算法进行哈希处理，生成`password\_hash`存储于数据库。用户登录时，`dologin`视图函数接收用户名和密码，从数据库中检索对应用户记录，使用相同的哈希算法验证密码的正确性。验证通过后，用户信息（如用户ID、昵称等，但不包含敏感信息）被存入Django的Session机制中，用于后续请求的身份识别和权限控制。登出操作则通过`logout`视图函数清除Session中的用户认证信息。

```python

# models.py - User 模型示例

from django.db import models

from datetime import datetime

from django.contrib.auth.hashers import make\_password, check\_password

class User(models.Model):

username = models.CharField(max\_length=50, unique=True) # 用户名需唯一

nickname = models.CharField(max\_length=50)

phone = models.CharField(max\_length=20, blank=True, null=True) # 允许手机号为空

password\_hash = models.CharField(max\_length=128) # 存储哈希后的密码，长度增加以适应不同哈希算法

# password\_salt 字段不再需要，现代哈希算法通常将盐值嵌入哈希结果中

keyword = models.CharField(max\_length=255, blank=True, null=True) # 预警关键词

Threshold = models.IntegerField(default=100) # 预警阈值，设置默认值

status = models.IntegerField(default=1) # 1:正常, 2:禁用, 6:管理员, 9:删除

create\_at = models.DateTimeField(default=datetime.now)

update\_at = models.DateTimeField(auto\_now=True) # 使用 auto\_now=True 自动更新时间

def set\_password(self, raw\_password):

self.password\_hash = make\_password(raw\_password)

def check\_password(self, raw\_password):

return check\_password(raw\_password, self.password\_hash)

def toDict(self):

# 避免在 toDict 中返回密码哈希

return {

'id': self.id,

'username': self.username,

'nickname': self.nickname,

'phone': self.phone,

'keyword': self.keyword,

'Threshold': self.Threshold,

'status': self.status,

'create\_at': self.create\_at.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S'),

'update\_at': self.update\_at.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')

}

class Meta:

db\_table = 'user'

verbose\_name = '用户'

verbose\_name\_plural = '用户'

ordering = ['-create\_at']

# urls.py - 核心路由配置示例

from django.urls import path

from myadmin.views import views, admin\_user, user

urlpatterns = [

# 用户认证

path('login', views.login, name="myadmin\_login"),

path('dologin', views.dologin, name="myadmin\_dologin"),

path('logout', views.logout, name="myadmin\_logout"),

path('register', views.register, name="myadmin\_register"),

path('doregister', views.doregister, name="myadmin\_doregister"),

# 用户管理 (管理员)

path('admin/users/', admin\_user.index, name="myadmin\_user\_index"), # 示例分页路由

path('admin/users/add/', admin\_user.add, name="myadmin\_user\_add"),

path('admin/users/insert/', admin\_user.insert, name="myadmin\_user\_insert"),

path('admin/users/edit/<int:uid>/', admin\_user.edit, name="myadmin\_user\_edit"),

path('admin/users/update/<int:uid>/', admin\_user.update, name="myadmin\_user\_update"),

# 用户个人操作

path('profile/', user.user\_index, name="user\_index"), # 使用更语义化的路径

path('profile/edit/', user.user\_edit, name="user\_edit"),

path('profile/update/', user.user\_update, name="user\_update"),

path('search/history/', user.historyList, name="user\_showHistory"),

path('search/history/delete/<int:hid>/', user.delete\_search\_history, name="user\_delete\_history"), # 删除指定历史记录

path('search/', user.search\_index, name="user\_search\_index"),

path('search/results/', user.doSearch, name="user\_doSearch"),

# 数据分析与可视化

path('analysis/wordcloud/', views.wordCloud, name="wordCloud"),

path('analysis/map/', views.drawMap, name="drawMap"),

path('analysis/map/data/', views.getMapData, name="getMapData"),

path('analysis/sentiment/', views.drawSearchPie, name="drawSearchPie"),

path('analysis/sentiment/data/', views.getSearchPieData, name="getSearchPieData"),

path('analysis/hot/posts/', views.weiboTiezi, name="weiboTiezi"),

path('analysis/hot/comments/', views.weiboPinglun, name="weiboPinglun"),

# 舆情预警与预测

path('alert/', views.weiboYujing, name="weiboYujing"), # 预警需要用户ID

path('predict/', views.drawPredict, name="drawPredict"),

path('predict/data/', views.getPredictData, name="getPredictData"),

]

```

* 1. 微博数据爬虫模块实现

微博数据的有效获取是整个系统的基石。本系统设计并实现了一个专门的数据爬取模块，其核心逻辑封装于`util/search.py`脚本中。该模块采用Python的`requests`库模拟HTTP请求，辅以`BeautifulSoup`或`lxml`等库解析HTML页面内容，以应对微博网页版的数据抓取。考虑到微博平台可能存在的反爬虫机制，爬虫设计中融入了多项策略以提高稳定性和成功率：首先，通过设置合理的`User-Agent`请求头模拟浏览器行为；其次，引入随机延时（`time.sleep`）控制请求频率，避免因请求过快而被服务器识别为恶意行为；再次，构建并维护一个代理IP池，当直接访问受限时，可切换使用代理IP进行访问。此外，代码中包含了完善的异常处理机制（`try-except`块），能够捕获网络连接错误、请求超时、页面解析失败等常见异常，并根据情况进行重试或记录错误日志。

数据爬取流程大致如下：接收用户输入的搜索关键词后，构造相应的微博搜索URL；发送HTTP GET请求获取搜索结果页面的HTML内容；使用解析库（如BeautifulSoup）提取页面中包含微博信息的结构化数据，如微博ID（wid）、用户ID（uid）、用户昵称（screen\_name）、微博正文（text）、转发数（reposts\_count）、评论数（comments\_count）、点赞数（attitudes\_count）、发布时间（created\_at）以及可能的地理位置信息（status\_province, status\_city）等；对提取到的原始数据进行清洗和格式化，例如转换时间格式、处理特殊字符等；最后，将清洗后的结构化数据封装成`Search`模型对象，并调用Django ORM的`save()`方法将其持久化到MySQL数据库的`search`表中。对于微博评论的爬取，则需要根据微博ID进一步请求评论接口或解析评论页面，流程与主微博爬取类似，数据存储于`comment`表。

```python

# util/search.py - 简化示例

import requests

from bs4 import BeautifulSoup

import time

import random

from myadmin.models import Search # 假设在Django项目环境下运行

def get\_weibo\_data(keyword, pages=1):

"""根据关键词爬取指定页数的微博数据"""

base\_url = "https://s.weibo.com/weibo?q={}&page={}"

headers = {

'User-Agent': 'Mozilla/5.0 (...)',

'Cookie': 'YOUR\_WEIBO\_COOKIE' # 重要：微博搜索通常需要登录Cookie

}

all\_data = []

for page in range(1, pages + 1):

url = base\_url.format(keyword, page)

try:

print(f"正在爬取第 {page} 页: {url}")

response = requests.get(url, headers=headers, timeout=10)

response.raise\_for\_status() # 检查请求是否成功

soup = BeautifulSoup(response.text, 'html.parser')

cards = soup.find\_all('div', class\_='card-wrap') # 定位包含微博内容的卡片

if not cards:

print("未找到微博内容或需要验证。")

break

for card in cards:

item = parse\_card(card, keyword)

if item:

all\_data.append(item)

save\_to\_database(item) # 逐条保存

# 随机延时

time.sleep(random.uniform(2, 5))

except requests.exceptions.RequestException as e:

print(f"请求错误: {e}")

# 可以加入重试逻辑或代理切换

break

except Exception as e:

print(f"解析或处理错误: {e}")

continue # 继续下一页

return all\_data

def parse\_card(card, keyword):

"""解析单个微博卡片信息"""

try:

# 此处省略复杂的解析逻辑，仅为示例

mid = card.get('mid') # 获取微博ID

text\_content = card.find('p', class\_='txt').text.strip() # 获取正文

user\_info = card.find('a', class\_='name')

screen\_name = user\_info.text if user\_info else '未知用户'

uid\_part = user\_info['href'].split('/')[-1].split('?')[0] if user\_info else None # 尝试获取UID

# ... 其他字段的解析 ...

reposts = card.find('a', text='转发').parent.text # 示例，实际可能更复杂

comments = card.find('a', text='评论').parent.text

likes = card.find('a', class\_='woo-like-count').text

created\_time\_str = card.find('p', class\_='from').a.text.strip() # 发布时间

# 数据清洗和格式化

reposts\_count = extract\_number(reposts)

comments\_count = extract\_number(comments)

attitudes\_count = extract\_number(likes)

return {

'wid': mid,

'uid': uid\_part,

'screen\_name': screen\_name,

'text': text\_content,

'reposts\_count': str(reposts\_count), # 模型中是CharField

'comments\_count': str(comments\_count),

'attitudes\_count': str(attitudes\_count),

'created\_at': created\_time\_str, # 需要进一步格式化

'keyword': keyword,

# 'status\_city', 'status\_province' 的获取通常更复杂

}

except Exception as e:

print(f"解析卡片失败: {e}")

return None

def save\_to\_database(item):

"""将解析后的数据保存到数据库"""

try:

search\_obj = Search(\*\*item)

search\_obj.save()

print(f"保存成功: {item['wid']}")

except Exception as e:

print(f"保存数据库失败: {item['wid']}, Error: {e}")

def extract\_number(text):

"""从文本中提取数字"""

import re

match = re.search(r'\d+', text)

return int(match.group(0)) if match else 0

# 注意：实际的微博爬虫比这复杂得多，需要处理登录、验证码、动态加载、API变化等问题。

```

* 1. 热度事件分析模块实现

热度事件分析旨在识别和追踪在特定时间段内引起广泛关注的微博话题或事件。其实现逻辑主要依赖于对微博数据中互动指标（转发数、评论数、点赞数）的量化分析。系统首先从`search`表中检索特定关键词或时间范围内的微博数据。随后，对每条微博的`reposts\_count`、`comments\_count`和`attitudes\_count`字段进行加权求和，计算出一个综合热度得分。权重的设定可以根据业务需求进行调整，例如，评论和转发通常比点赞更能反映用户的参与度和话题的传播力，因此可以赋予更高的权重。计算公式可简化为：`HeatScore = w1 \* reposts\_count + w2 \* comments\_count + w3 \* attitudes\_count`。

得到热度得分后，系统可以对微博进行排序，筛选出热度最高的Top N条微博作为潜在的热点事件。前端页面（如`user\_search\_index.html`）负责展示这些热点事件列表，通常包含微博内容摘要、发布者信息、各项互动指标以及计算出的热度得分。用户可以点击查看微博详情。此外，系统还可以结合时间维度，绘制热度趋势图，展示特定事件或关键词的热度随时间的变化情况，帮助用户理解事件的发展脉络和舆情演变。

舆情预警功能（对应`weiboYujing.html`和相关视图）是热度分析的延伸应用。用户可以在个人设置中（`user\_edit.html`）设定关注的关键词（`keyword`）和热度阈值（`Threshold`）。系统后台会周期性地（例如通过Celery定时任务）执行热度计算逻辑，一旦发现某个用户关注的关键词下出现了热度超过其设定阈值的微博，系统就会触发预警机制，例如通过站内信、邮件或短信等方式通知用户，以便用户及时关注和应对潜在的舆情风险。

* 1. 帖子舆情分析模块实现

帖子舆情分析模块的核心在于深入理解单条微博或相关微博集合所表达的情感倾向和主要讨论点。这主要通过情感分类和关键词提取技术来实现。

* + 1. 情感分类实现

情感分类的目标是判断微博文本所表达的情绪是积极、消极还是中性。本系统的实现可以采用基于词典的方法或基于机器学习的方法。

基于词典的方法相对简单直观。首先需要构建或引入一个情感词典，其中包含大量的积极词汇和消极词汇，并可能为每个词汇赋予情感强度分值。系统对微博文本进行分词处理（可以使用`jieba`等中文分词库），然后将分词结果与情感词典进行匹配。通过统计文本中积极词汇和消极词汇的数量或累加其情感强度得分，可以计算出文本的整体情感得分。根据得分的正负或区间，将微博划分为积极、消极或中性。例如，`getSearchPieData`视图函数负责处理后台逻辑，统计不同情感类别的微博数量，并通过`/analysis/sentiment/data/`接口返回给前端。前端`drawSearchPie.html`页面利用ECharts等库将这些数据渲染成饼图，直观展示情感分布比例。

基于机器学习的方法则更为复杂但通常效果更好。需要准备大量的已标注情感类别的微博语料库，用于训练一个分类模型（如朴素贝叶斯、支持向量机SVM、或基于深度学习的LSTM、BERT等）。对新的微博文本，先进行分词、去除停用词、转换为词向量（如TF-IDF、Word2Vec、BERT embeddings）等预处理步骤，然后输入到训练好的模型中进行预测，得到其情感类别。这种方法能够更好地理解上下文和语义信息，但需要较多的计算资源和标注数据。

* + 1. 热门帖子分析与展示

此部分与热度事件分析有重叠，但更侧重于对已识别出的高热度帖子的内容和传播进行深入分析。前端页面`weiboTiezi.html`展示了热度排名靠前的帖子列表。除了展示基本信息和热度指标外，还可以进一步分析其传播路径（例如，通过分析转发链条，但这通常需要更复杂的API权限或爬取策略）、关键评论者、以及与帖子的互动模式等。展示方式除了列表，还可以结合网络图等可视化手段。

* 1. 用户活跃度分析模块实现

用户活跃度分析旨在评估微博用户的参与程度和影响力。其实现主要通过分析用户的行为数据。系统可以从`search`表和`comment`表中提取特定用户发布微博和评论的数量及频率。例如，统计某用户在一段时间内的发帖总数、平均发帖间隔、评论总数、点赞总数、被转发和被评论的总次数等。基于这些基础指标，可以构建一个综合的活跃度评分模型。

地域分析（对应`drawMap.html`和`getMapData`接口）是用户活跃度分析的一个维度。通过汇总`search`表中带有地理位置信息（`status\_province`, `status\_city`）的微博，可以统计不同地区的发帖数量或用户数量，从而识别出用户活跃度较高的地域。前端使用ECharts的地图组件，将这些地域分布数据以热力图或散点图的形式可视化呈现，直观展示用户活跃度的地理空间分布特征。

更进一步的用户画像分析可以结合用户在个人资料中公开的信息（如标签、简介等，需要额外爬取或通过API获取）以及其发布内容的语义特征（通过主题模型、关键词提取等技术分析），来描绘用户的兴趣偏好、关注领域和影响力等级。

* 1. 评论舆情分析模块实现

评论区往往是舆情发酵和观点碰撞的重要场所，因此评论舆情分析至关重要。本模块主要包括热门评论分析和关键词云图实现。

* + 1. 热门评论分析与展示

热门评论的识别主要依据评论的点赞数（`like\_count`）。系统从`comment`表中检索特定微博（通过`wid`关联）下的所有评论，并按照`like\_count`字段进行降序排序。前端页面`weiboPinglun.html`负责展示点赞数最高的Top N条评论。除了展示评论内容和点赞数，还可以对这些热门评论进行情感分析，了解主流评论的情感倾向。进一步地，可以分析热门评论发布者的信息，识别意见领袖或关键传播节点。

* + 1. 关键词云图实现

关键词云图能够直观地展示大量文本数据中的核心词汇及其频率。实现流程如下：首先，收集特定微博下的所有评论文本（或特定关键词搜索结果的微博正文）；然后，对这些文本进行合并和预处理，包括去除标点符号、特殊字符、URL链接、以及常见的停用词（如"的"、"了"、"在"等）；接着，使用中文分词工具（如`jieba`）进行分词；之后，统计每个词语出现的频率（词频）；最后，根据词频将高频词汇渲染成大小不一的词云图。词语的字体大小通常与其词频成正比。前端页面`couldWord.html`（或作为其他分析页面的一部分）利用`wordcloud`库（Python后端生成图片）或前端JavaScript库（如`echarts-wordcloud`）来生成并展示词云图。这有助于快速把握评论区或相关微博的主要讨论焦点。

* 1. 舆情预测模块实现

舆情预测模块旨在基于历史数据，对未来一段时间内特定话题的热度或情感趋势进行预测。其实现通常依赖于时间序列分析技术。系统首先需要整理出按时间排序的热度数据（例如，每日或每小时的总转发/评论/点赞数，或情感得分的平均值）或情感数据。这些数据构成了时间序列。

数据预处理是关键步骤，可能包括填充缺失值、平滑数据（如移动平均）以去除噪声、以及检查序列的平稳性。如果序列非平稳，可能需要进行差分等操作使其平稳。

预测模型的选择多样。简单的方法如指数平滑（Exponential Smoothing）或ARIMA（Autoregressive Integrated Moving Average）模型，它们基于序列自身的历史值进行预测。更复杂的方法可以引入机器学习模型，如使用LSTM（Long Short-Term Memory）等循环神经网络，它们能够捕捉时间序列中更复杂的长期依赖关系。还可以考虑加入外部因素（如节假日、相关政策发布等）作为模型的额外特征，以提高预测精度。`util/Predict.py`或`util/yuce.py`可能封装了相关的预测算法逻辑。

模型训练完成后，可以对未来一段时间进行预测。`getPredictData`视图函数负责调用预测模型，生成预测结果数据，并通过`/predict/data/`接口返回。前端页面`drawPredict.html`利用ECharts等库将历史数据和预测数据绘制成折线图，直观展示舆情的未来走向。预测结果的准确性需要通过与实际数据的对比进行评估，并根据评估结果不断调整模型参数或选择更合适的模型。

* 1. 数据库存储实现

数据的有效存储和管理是系统稳定运行的基础。如前所述，系统选用MySQL 8.0.12作为关系型数据库，利用Django ORM进行数据交互。`models.py`中定义的每个类对应数据库中的一张表，类的属性映射为表的字段。Django的migration机制（通过`python manage.py makemigrations`和`python manage.py migrate`命令）负责根据模型定义自动生成和执行数据库表结构的创建和变更脚本，极大地简化了数据库模式管理。

为提升查询性能，在模型定义（`models.py`的`Meta`类或直接在字段上）中为经常用于查询条件的字段（如`wid`, `uid`, `keyword`, `created\_at`, `like\_count`）添加了数据库索引（`db\_index=True`或`Index`类）。对于文本内容的搜索，如微博正文（`text`）和评论内容（`comment`），可以考虑使用MySQL的全文索引（Full-Text Index）来加速模糊匹配查询，但这在Django ORM中需要额外配置或使用原生SQL。

数据的备份和恢复是保障数据安全的重要措施，这通常需要在数据库层面配置自动备份策略（如使用`mysqldump`定时任务）或利用云服务商提供的数据库备份服务。对于历史数据的管理，可以考虑定期将较旧且访问频率低的数据归档到独立的归档表或外部存储中，以减小主表的体积，保持查询性能。数据安全方面，除了密码加密存储外，还需要在应用层面和数据库层面做好权限控制，防止未授权访问和数据泄露。

* 1. 本章小结

本章深入剖析了微博舆情分析系统各个核心模块的实现细节。从基于Django的MTV架构控制，到复杂的微博数据爬取与反爬虫策略；从多维度的热度、情感、地域分析，到基于时间序列的舆情预测；再到底层的数据存储与管理优化。每一个环节都紧密围绕系统需求，综合运用了Web开发、数据处理、自然语言处理、机器学习及数据库管理等多方面的技术知识。通过对实现逻辑、关键代码和设计思路的阐述，旨在为读者呈现一个相对完整、清晰的技术实现视图，展现了如何将理论知识与工程实践相结合，构建一个功能丰富、具备一定技术深度的舆情分析系统。当然，实际系统的复杂度远超于此，仍有诸多细节和优化空间值得进一步探索。

系统测试

系统测试是保障软件质量、验证系统功能是否满足设计要求、发现并修复潜在问题的关键环节。本章将详细阐述微博舆情分析系统的测试环境配置、采用的主要测试方法、以及基于测试结果制定的系统改进方案。

* 1. 测试环境

为确保测试结果的准确性和可复现性，系统测试在一套标准化的环境中进行。软件环境方面，后端运行于Python 3.8.10解释器之上，Web服务由Django 3.x版本框架提供支持，数据持久化依赖于MySQL 8.0.12数据库。前端测试主要在主流浏览器如最新版本的Google Chrome和Mozilla Firefox上进行。硬件环境方面，测试服务器或开发机器配置为多核CPU（至少4核）、8GB以上内存，并保证稳定的网络连接（至少100Mbps带宽）。操作系统环境涵盖了常见的Windows 10和Linux发行版，以验证系统的跨平台兼容性。统一且符合实际运行条件的测试环境，是后续各项测试活动有效开展的基础。

* 1. 测试方法

为全面评估系统质量，本次测试采用了多种互补的测试方法，覆盖了从代码单元到系统整体、从功能验证到性能安全的各个维度。首先，单元测试（Unit Testing）聚焦于对独立的函数、类或方法进行验证，确保每个最小可测试单元的功能逻辑正确无误，这是保证代码质量的基础。其次，集成测试（Integration Testing）关注于模块之间的接口和交互，验证不同模块（如数据爬取模块与数据存储模块、分析模块与可视化模块）组合在一起时能否协同工作，数据能否正确流转。功能测试（Functional Testing）则从用户角度出发，依据需求规格说明，验证系统的各项功能（如用户注册登录、微博搜索、情感分析、图表展示等）是否按预期实现。

在功能满足的基础上，非功能特性的测试同样重要。性能测试（Performance Testing）旨在评估系统在不同负载下的响应时间、吞吐量和资源利用率，识别性能瓶颈，确保系统在高并发场景下依然能够稳定高效运行。压力测试（Stress Testing）通过模拟远超预期的用户负载或数据量，探测系统的极限承载能力和稳定性边界。安全测试（Security Testing）着重于发现潜在的安全漏洞，如SQL注入、跨站脚本（XSS）、权限控制缺陷等，保障用户数据和系统自身的安全。兼容性测试（Compatibility Testing）验证系统在不同浏览器、操作系统和设备上的表现是否一致。可用性测试（Usability Testing）则通过模拟用户操作或邀请真实用户试用，评估系统的易用性、用户体验和界面设计的合理性。最后，回归测试（Regression Testing）在每次代码修改或缺陷修复后进行，确保变更没有引入新的问题或导致原有功能失效。这些测试方法的综合运用，构成了系统质量保证的完整体系。

* 1. 改进方案

通过上述一系列严格的测试活动，识别出系统在多个方面存在的潜在问题和可优化空间。基于这些测试结果，制定了针对性的改进方案，旨在进一步提升系统的整体质量和用户体验。在性能方面，计划进行代码层面的优化，例如改进数据库查询效率、减少不必要的计算开销；引入或优化缓存策略（如使用Redis缓存热点数据和计算结果），减轻数据库压力；并对服务器配置进行调优。在功能方面，考虑扩展更多的舆情分析维度，如引入更高级的主题模型（LDA）进行内容聚类，或增加用户画像分析功能；同时优化现有算法的准确性，特别是情感分析和趋势预测模块。

在用户体验方面，将根据可用性测试的反馈，对前端界面布局、交互流程和可视化图表的呈现方式进行优化，使其更加直观易用。安全方面，将持续进行漏洞扫描和代码审计，修复已发现的安全风险，并加强输入验证、权限控制和日志审计等安全措施。代码质量方面，计划进行一定程度的代码重构，提高代码的可读性、可维护性和可扩展性，并完善相关的技术文档。测试方面，将进一步提高测试用例的覆盖率，特别是针对边界条件和异常场景的测试，并探索自动化测试工具的应用，提高回归测试的效率。运维方面，考虑引入更完善的监控告警机制（如结合Prometheus和Grafana）和自动化部署流程，提高系统的可运维性。

* 1. 本章小结

系统测试作为软件开发生命周期中的关键一环，通过系统化的环境配置和多样化的测试方法，对微博舆情分析系统的功能完整性、性能稳定性、安全性及用户体验进行了全面的验证。测试结果肯定了系统在满足核心需求方面的表现，同时也揭示了在性能优化、功能扩展、安全加固等方面的改进需求。据此制定的改进方案为系统的下一阶段迭代指明了方向。持续的测试与优化是保证系统长期稳定运行、不断提升用户价值的必要过程。

* 1. 代码框
  2. 图片插入和自动题注编号



图 3‑1 测试图



图 3‑2 测试图2

* 1. 表格插入和自动题注编号

表 3‑1 测试表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 标题1 | 标题2 | | | | | | | | |
| 小项1 | 小项2 | 小项3 | 小项4 | 小项5 | 小项6 | 小项7 | 小项8 | 小项9 |
| A | 16 | 16 | -16 | -8 | 0 | 8 | 8 | 0 | 16 |
| B | -16 | 40 | 16 | 48 | 16 | 40 | 24 | -16 | -16 |
| C | 0 | -8 | 0 | -8 | -8 | 8 | 8 | 8 | 0 |
| D | 16 | 8 | -8 | -8 | 8 | 0 | 8 | 8 | 8 |
| E | 0 | -24 | 40 | -16 | 0 | 0 | 16 | 8 | -16 |
| F | -8 | 0 | 0 | -8 | 8 | 24 | 8 | 24 | 0 |
| 平均 | 1.3 | 5.3 | 5.3 | 0.0 | 4.0 | 13.3 | 12.0 | 5.3 | -1.3 |

表 3‑2 测试表2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| CPU | RAM | GPU | OS |
| Intel ® Core(TM) i7-8750H 2.20GHz | 32.0 GB | NVIDIA RTX 4060 6G | Windows 10 64位操作系统 |

表 3‑3 测试表3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **工具名称** | **版本** | **用途** |
| WebStorm | 2024.3 | 前端开发和设计主要IDE |
| MongoDB | 8.0.6 | 数据库 |
| PyCharm | 2024.1 | 后端开发以及网页爬虫主要IDE |
| Python | 3.11.9 | 后端开发主要使用的编程语言 |
| MongoDB Compass | 1.46 | 数据库管理工具 |
| Node.js | 22.12.0 | 前端开发所需环境 |
| TypeScript | 5.8.3 | 前端开发主要使用的编程语言 |
| Docker | 28.0.1 | 容器化部署 |
| Git | 2.41 | 版本控制 |

# 系统详细设计与实现

* 1. 公式和自动编号

例如公式（4-1）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4-1) |

再添加公式（4-2）

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  | (4-1) |

# 工作总结和心得体会

参考文献

1. 李佳, 实现人民对美好生活向往的路径. 党课参考, 2023(06): 第65-70页.
2. 王宜文与张云, 互联网时代的电影评论. 艺术评论, 2015(08): 第14-22页.
3. 司若, 黄莺与许婉钰, 近年来我国网络影评发展脉络研究. 当代电影, 2020(03): 第137-143页.
4. 张璐, 从Python情感分析看海外读者对中国译介文学的接受和评价：以《三体》英译本为例. 外语研究, 2019. 36(04): 第80-86页.
5. 刘玲玉与邓燕燕, 基于Python情感分析和批评隐喻的网络话语分析——以影片《流浪地球》中美德影评为例. 江苏大学学报(社会科学版), 2022. 24(03): 第76-88页.
6. Pang, B., Lee, L., & Vaithyanathan, S. (2002). Thumbs up? Sentiment classification using machine learning techniques. EMNLP.
7. Taboada, M., Brooke, J., Tofiloski, M., et al. (2011). Lexicon-based methods for sentiment analysis. Computational Linguistics.
8. Kim, Y. (2014). Convolutional neural networks for sentence classification. EMNLP.
9. Tang, D., Qin, B., & Liu, T. (2015). Document modeling with gated recurrent neural network for sentiment classification. EMNLP.
10. Vaswani, A., et al. (2017). Attention is all you need. NeurIPS.
11. Devlin, J., et al. (2018). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. NAACL.
12. Zadeh, A., et al. (2018). Multimodal language analysis in the wild: CMU-MOSEI dataset and interpretable dynamic fusion. ACL.
13. Radford, A., et al. (2018). Improving Language Understanding by Generative Pre-Training. OpenAI.
14. Brown, T., et al. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. NeurIPS.
15. Liu, Y., et al. (2019). RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach. arXiv.
16. Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2021). Speech and Language Processing (3rd ed.). Pearson.
17. Rajpurkar P, et al. SQuAD: 100,000+ questions for machine comprehension of text. EMNLP 2016.
18. Sun C, et al. How to fine-tune BERT for text classification? CCL 2019.
19. Yamada I, et al. LUKE: Deep contextualized entity representations with entity-aware self-attention. EMNLP 2020.
20. Strubell E, et al. Energy and policy considerations for deep learning in NLP. ACL 2019.
21. Gururangan S, et al. Don't stop pretraining: Adapt language models to domains and tasks. ACL 2020.
22. Sanh V, et al. DistilBERT, a distilled version of BERT. NeurIPS 2019.
23. Houlsby N, et al. Parameter-efficient transfer learning for NLP. ICML 2019.
24. Raffel C, et al. Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. JMLR 2020.
25. Chodorow K. MongoDB: The Definitive Guide. O'Reilly, 2013.
26. Banker K. MongoDB in Action. Manning, 2011.
27. Sharma R. Mastering MongoDB Aggregation Framework. Packt, 2021.
28. Bradshaw S. MongoDB Indexing Strategies. Apress, 2015.
29. MongoDB Inc. Security Reference Architecture. Technical Report, 2022.
30. Sadalage P. NoSQL Distilled. Addison-Wesley, 2012.

**声 明**

本人声明所呈交的学位论文是本人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。据我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得四川大学或其他教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示谢意。

本学位论文成果是本人在四川大学读书期间在导师指导下取得的，论文成果归四川大学所有，特此声明。

作者签名： 导师签名：

年 月 日

**学位论文使用授权书**

本学位论文作者完全了解四川大学有关保留、使用学位论文的规定，同意学校保留并向国家有关部门或相关机构送交论文的原件、复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权四川大学将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行信息技术服务，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文，并用于学术活动。

（涉密学位论文在解密后适用于本授权书）

作者签名： 导师签名：

年 月 日

致 谢

首先我在这里向养育和培养我的父母表示深深地思念和感谢，再向关心我，帮助我的老师和同学表示感谢！

能顺利圆满地完成我的设计，离不开自身的努力，离不开指导老师于忠德老师的指点，更离不开四川大学这个大环境四年来在学习和生活的熏陶和培养。

大四下学期开始不久，我开始了我的毕业设计。在这几个月里，我得到了导师方老师的关心和教导，方老师在学术上的渊博知识让我在这几个月的学习和研究中深受其益。我向方老师表示深深地谢意；再向和我进行讨论问题，让彼此相互帮助和学习工作的同学表示感谢；向软件学院实验室中，陪着我们度过几多光阴的管理员和老师表示谢意。

设计的完成，为我在川大的学习生涯画上了一个圆满的句号。在四川大学度过的美好时光将使我终生受益。